

OpenCourseWare

## **Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales**

Carlos Santiuste Romero, Sara Garzón Hernández, Liu Jiao Wang,  
Manuel Cuadrado Sanguino, Luis Jiménez Girón, Daniel Herrero Adán

---

**CTE: Resistencia de la sección frente a esfuerzos simples**



# Índice

## 1 Generalidades

- 1.1 Ámbito de aplicación y consideraciones previas
- 1.2 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-A

## 2 Bases de cálculo

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Verificaciones
- 2.3 Estados límite últimos
- 2.4 Estados límite de servicio

## 3 Durabilidad

## 4 Materiales

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Aceros en chapas y perfiles
- 4.3 Tornillos, tuercas y arandelas
- 4.4 Materiales de aportación
- 4.5 Resistencia de cálculo

## 5 Análisis estructural

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Modelos del comportamiento estructural
- 5.3 Estabilidad lateral global
- 5.4 Imperfecciones iniciales
- 5.5 Análisis plástico

## 6 Estados límite últimos

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Resistencia de las secciones
- 6.3 Resistencia de las barras

## 7 Estados límite de servicio

- 7.1 Deformaciones, flecha y desplome
- 7.2 Vibraciones
- 7.3 Deslizamiento de uniones

## 8 Uniones

- 8.1 Bases de cálculo
- 8.2 Criterios de comprobación
- 8.3 Rigidez
- 8.4 Resistencia
- 8.5 Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.
- 8.6 Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.
- 8.7 Capacidad de rotación
- 8.8 Algunas uniones típicas
- 8.9 Uniones de perfiles huecos en las vigas de celosía

## 9 Fatiga

- 9.1 Generalidades

## 10 Ejecución

- 10.1 Materiales
- 10.2 Operaciones de fabricación en taller
- 10.3 Soldeo
- 10.4 Uniones atornilladas
- 10.5 Otros tipos de tornillos
- 10.6 Tratamientos de protección
- 10.7 Ejecución de soldeo y montaje en taller (tratamiento de protección)
- 10.8 Control de fabricación en taller

## 11 Tolerancias

- 11.1 Tolerancias de fabricación
- 11.2 Tolerancias de ejecución

## 12 Control de calidad

- 12.1 Generalidades
- 12.2 Control de calidad de la documentación del proyecto
- 12.3 Control de calidad de los materiales
- 12.4 Control de calidad de la fabricación
- 12.5 Control de calidad del montaje

## 13 Inspección y mantenimiento

- 13.1 Inspección

## Anejo A. Terminología

## Anejo B. Notación y Unidades

- B.1 Notación
- B.2 Unidades

## Anejo C. Fatiga. Método de las curvas S-N

- C.1 Generalidades
- C.2 Símbolos
- C.3 Comprobación de la fatiga
- C.4 Comprobación

## Anejo D. Normas de referencia

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

6.2.1. Bases. p. 29

6.2.2. Términos de sección. p. 30

6.2.3. Resistencia de las secciones a tracción. p. 30

6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

6.2.5. Resistencia de las secciones a compresión. p. 31

6.2.6. Resistencia de las secciones a flexión. p. 31

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

6.2.1. Bases. p. 29

6.2.2. Términos de sección. p. 30

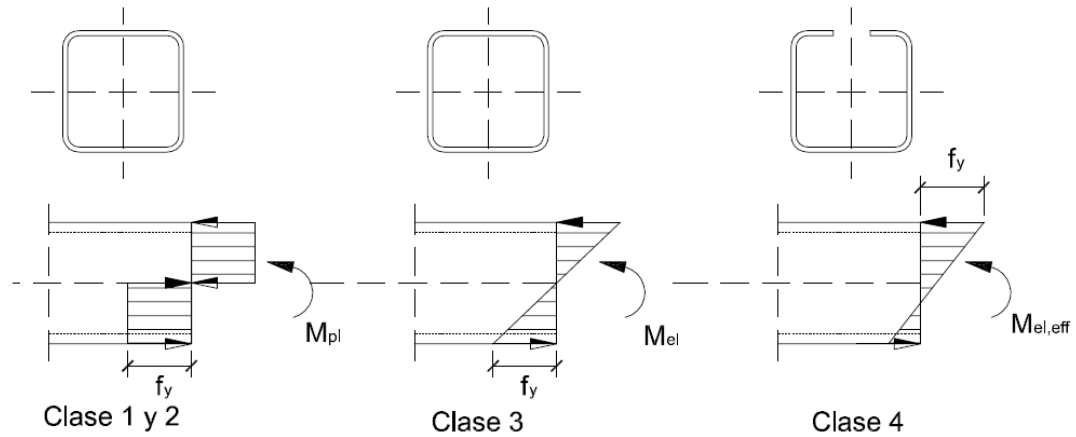


Figura 6.1 Modelos admitidos de distribución de tensiones: caso de flexión pura

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

6.2.1. Bases. p. 29

6.2.2. Términos de sección. p. 30

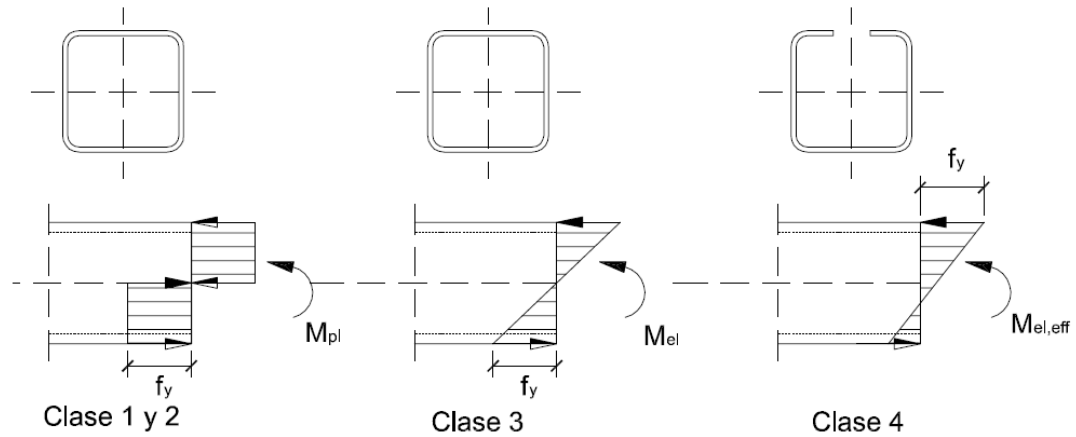
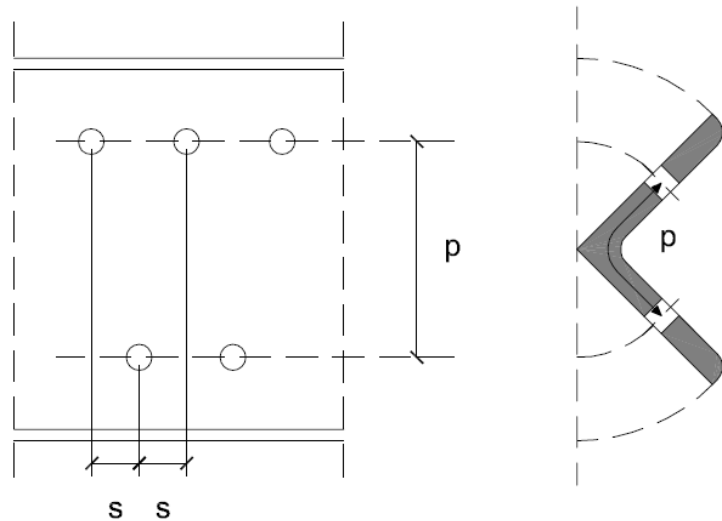


Figura 6.1 Modelos admitidos de distribución de tensiones: caso de flexión pura

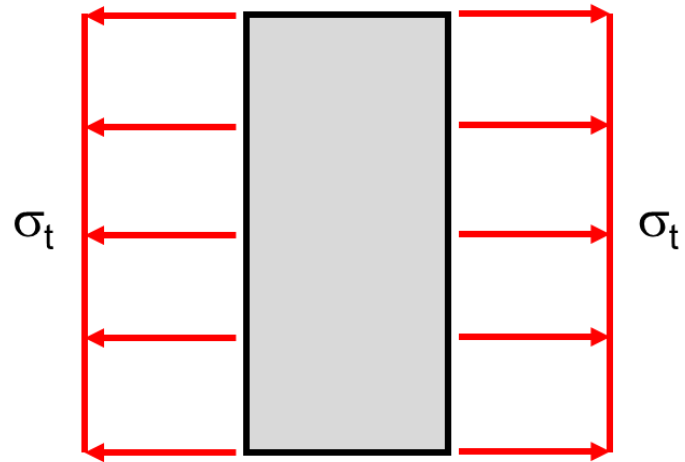


# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.3. Resistencia de las secciones a tracción. p. 30

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud}$$

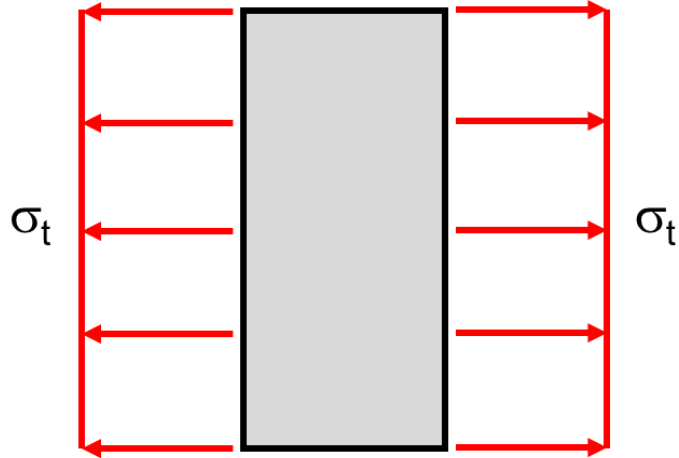


# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.3. Resistencia de las secciones a tracción. p. 30

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud}$$



Perfil IPE que resista un axil de tracción de 345 kN (S275)

$$A > \frac{345 \cdot 10^3}{275/1.05} = 1317 \text{ mm}^2$$

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.3. Resistencia de las secciones a tracción. p. 30

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud}$$

	G	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r	A
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>
IPE 80	6.0	80	46	3.8	5.2	5	7.64
IPE 100	8.1	100	55	4.1	5.7	7	10.3
IPE 120	10.4	120	64	4.4	6.3	7	13.2
IPE 140	12.9	140	73	4.7	6.9	7	16.4
IPE 160	15.8	160	82	5	7.4	9	20.1

Perfil IPE que resista un axil de tracción de 345 kN (S275)

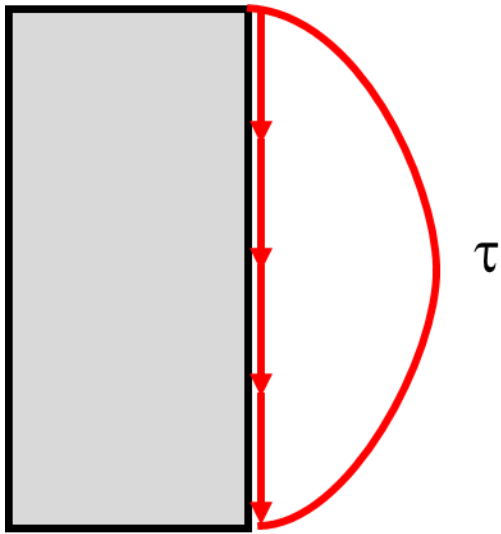
$$A > \frac{345 \cdot 10^3}{275/1.05} = 1317 \text{ mm}^2$$



# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

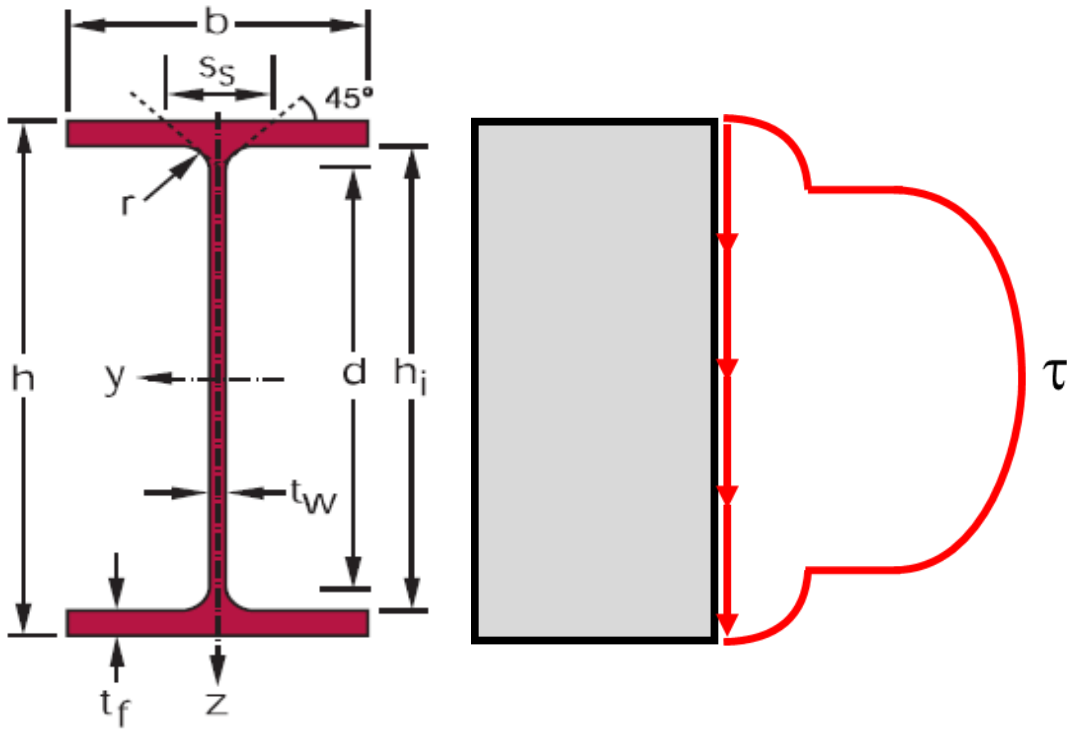
$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$



# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

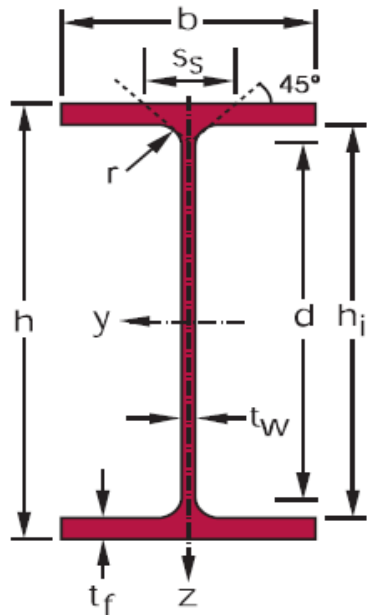


# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- Perfiles en I o H cargados paralelamente al alma:  $A_V = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$   
(Como simplificación se puede tomar  $A_V = ht_w$ )
- Perfiles en U cargados paralelamente al alma:  $A_V = A - 2bt_f + (t_w + r_1)t_f$   
(Como simplificación se puede tomar  $A_V = ht_w$ )



# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

<b>Denominación</b>		<b>Prop</b>				
		<b>eje fuerte y-y</b>				
	G kg/m	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> mm x10	A <sub>vz</sub> mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>
<b>IPE 80</b>	6.0	80.14	20.03	23.22	3.24	3.58
<b>IPE 100</b>	8.1	171.0	34.20	39.41	4.07	5.08
<b>IPE 120</b>	10.4	317.8	52.96	60.73	4.90	6.31
<b>IPE 140</b>	12.9	541.2	77.32	88.34	5.74	7.64
<b>IPE 160</b>	15.8	869.3	108.7	123.9	6.58	9.66
<b>IPE 180</b>	18.8	1317	146.3	166.4	7.42	11.25
<b>IPE 200</b>	22.4	1943	194.3	220.6	8.26	14.00

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Perfil IPE que resista un cortante de 150 kN (S275)

$$A_V > \frac{\sqrt{3} \cdot 150 \cdot 10^3}{275/1.05} = 992 \text{ mm}^2$$

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.4. Resistencia de las secciones a corte. p. 30

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Perfil IPE que resista un cortante de 150 kN (S275)

$$A_V > \frac{\sqrt{3} \cdot 150 \cdot 10^3}{275/1.05} = 992 \text{ mm}^2$$

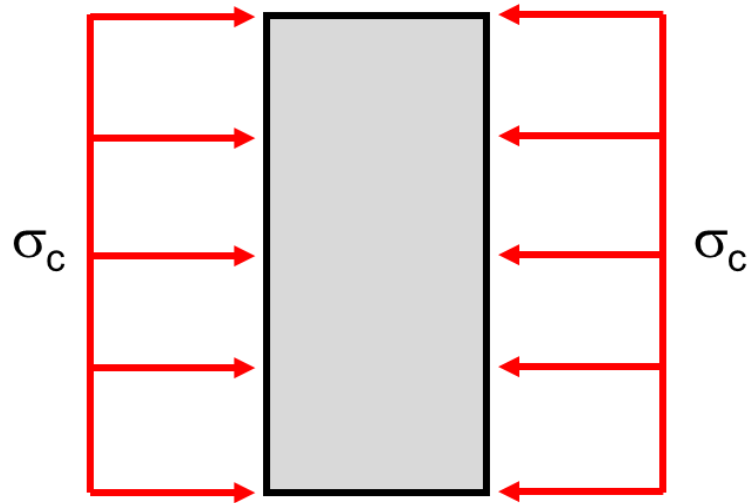
	G kg/m	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> mm x10	A <sub>Vz</sub> mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>
<b>IPE 80</b>	6.0	80.14	20.03	23.22	3.24	3.58
<b>IPE 100</b>	8.1	171.0	34.20	39.41	4.07	5.08
<b>IPE 120</b>	10.4	317.8	52.96	60.73	4.90	6.31
<b>IPE 140</b>	12.9	541.2	77.32	88.34	5.74	7.64
<b>IPE 160</b>	15.8	869.3	108.7	123.9	6.58	9.66
<b>IPE 180</b>	18.8	1317	146.3	166.4	7.42	11.25
<b>IPE 200</b>	22.4	1943	194.3	220.6	8.26	14.00

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.5. Resistencia de las secciones a compresión. p. 31

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 4})$$



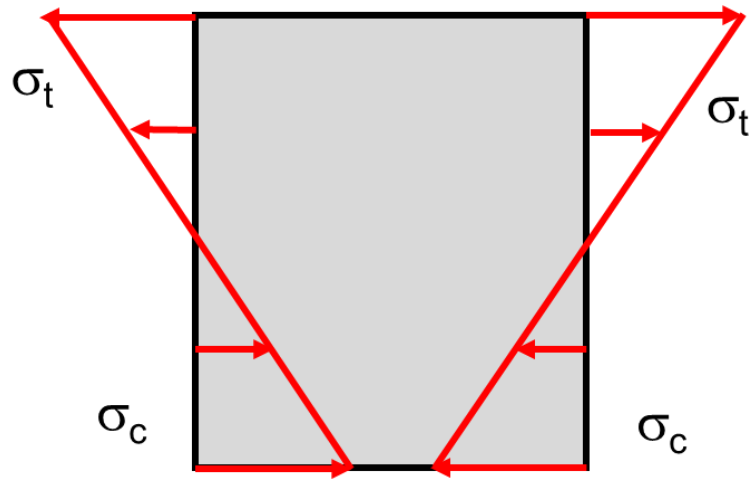
# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.6. Resistencia de las secciones a flexión. p. 31

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 1 y 2})$$

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 3})$$

$$M_{0,Rd} = W_{eff} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 4})$$





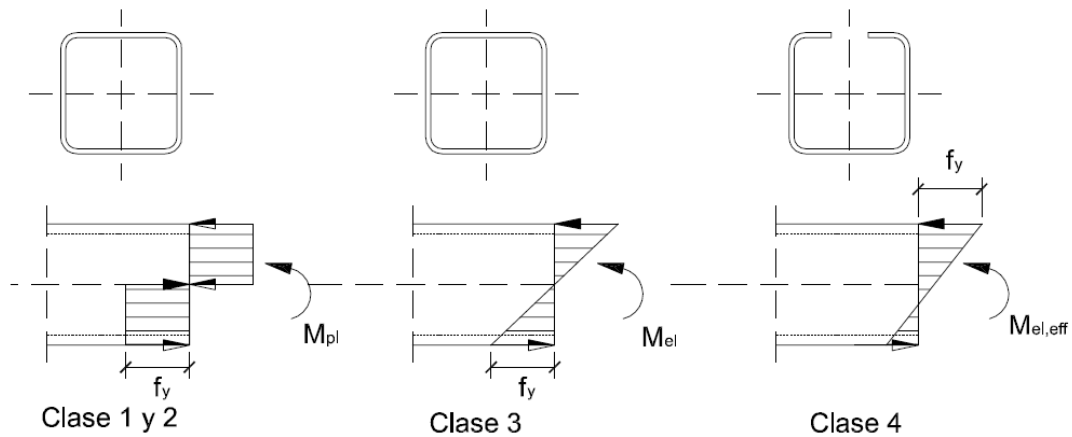
# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.6. Resistencia de las secciones a flexión. p. 31

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 1 y 2})$$

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 3})$$

$$M_{0,Rd} = W_{eff} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 4})$$



# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

## 6.2.6. Resistencia de las secciones a flexión. p. 31

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 1 y 2})$$

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 3})$$

$$M_{0,Rd} = W_{eff} \cdot f_{yd} \quad (\text{Clase 4})$$

Perfil IPE que resista un momento flector alrededor del eje fuerte de 65 kN·m (S275)

$$W_{pl} > \frac{65 \cdot 10^6}{275/1.05} = 248 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

# Apto 6.2. Resistencia secciones. DB SE-A p.29-33

	G kg/m	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>el.y</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>pl.y</sub> ♦ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>
IPE 80	6.0	80.14	20.03	23.22
IPE 100	8.1	171.0	34.20	39.41
IPE 120	10.4	317.8	52.96	60.73
IPE 140	12.9	541.2	77.32	88.34
IPE 160	15.8	869.3	108.7	123.9
IPE 180	18.8	1317	146.3	166.4
IPE 200	22.4	1943	194.3	220.6
IPE 220	26.2	2772	252.0	285.4

$$w_{pl} > \frac{65 \cdot 10^6}{275/1.05} = 248 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

OpenCourseWare

## **Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales**

Carlos Santiuste Romero, Sara Garzón Hernández, Liu Jiao Wang,  
Manuel Cuadrado Sanguino, Luis Jiménez Girón, Daniel Herrero Adán

---

**CTE: Resistencia de la sección frente a esfuerzos simples**

